บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ทรงคุณค่าและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตทั้งมวล มนุษย์จำเป็นต้องใช้น้ำเพื่อการบริโภคอุปโภค การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การคมนาคม การนักผ่อนหย่อนใจ และกิจกรรมอื่น ๆ อีกมากมาย ปัจจุบันปัญหามลพิษทางน้ำได้เริ่มทวีความรุนแรงขึ้นอันเนื่องมาจากการเพิ่มของประชากรและการเติบโตทางการอุตสาหกรรม รวมทั้งการวิวัฒนาการทางเกษตรกรรม น้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัยเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเกิดเน่าเสีย ดังจะเห็นได้จากการเน่าเสียของแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างโดยเฉพาะช่วงที่ผ่านกรุงเทพมหานคร บริเวณสะพานพุทธถึงท่าเรือกรุงเทพ ซึ่งมีสาเหตุมาจากประชาชนที่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปล่อยน้ำเสียลงไปโดยไม่มีการบำบัด (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2529)

น้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัยจะประกอบด้วยสารมลพิษที่สำคัญคือ สารอินทรีย์และสารอาหารของพืชอันได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งโดยเฉลี่ยประชากร 1 คน จะปล่อยสารอินทรีย์ที่ออกจากกิจวัตรประจำวันทั้งหมดคิดเป็นมูลค่าสมมูลย์ประชากร (Population Equivalence) เท่ากับ 53 กรัม บี.โอ.ดี. ต่อคนต่อวัน (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะฯ, 2530) ซึ่งปริมาณน้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัยเมื่อถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติด้วยปริมาณที่พอเหมาะ แหล่งน้ำต่าง ๆ ก็จะสามารถฟอกตัวเองตามธรรมชาติได้ แต่ถ้ามีปริมาณของสารมลพิษมากเกินกว่าที่แหล่งน้ำจะรับได้ก็จะส่งผลให้เกิดสภาวะมลพิษทางน้ำในที่สุด แนวทางการแก้ไขก็คือการลดปริมาณสารมลพิษในน้ำจากชุมชนที่พักอาศัยด้วยการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำต่าง ๆ

วิธีการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัยมีอยู่หลายวิธีด้วยกันซึ่งในการที่จะเลือกใช้วิธีใดหรือระบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ เช่น ราคาค่าก่อสร้างถูก ควบคุมการทำงานของระบบง่าย สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการควบคุมการทำงานน้อย เป็นต้น

ระบบบ่อผักตบชวา (Water Hyacinth Pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียระบบหนึ่งซึ่งได้มีการศึกษาวิจัยในต่างประเทศพบว่าเป็นระบบที่บำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพระบบหนึ่ง (Dinges, 1978; Hauser, 1984; McDonald & Wolverton, 1979; Wolverton & McDonald, 1979; Wooten & Dodd, 1976) ลักษณะรูปร่างของระบบคล้ายคลึงกับบ่อผันสภาพ (Waste Stabilization Pond) เพียงแต่ทำการใส่ผักตบชวาลงไป โดยผักตบชวาจะเป็นตัวดูดซับ (Uptake) สารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (Reddy & Tucker, 1983) บริเวณรากของผักตบชวาจะเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ที่จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ และรากยังเป็นตัวกลางสำหรับกรองของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย (Stowell, et al., 1981) นอกจากนั้นผักตบชวายังสามารถดูดซับโลหะหนักหลายชนิดที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียได้อีกด้วย (Suttipong, 1980; Tridech, et al. 1982; Kay, et al. 1984) การควบคุมการทำงานของระบบบ่อผักตบชวาก็ไม่ยุ่งยากคือต้องมีการเก็บเกี่ยวผักตบชวาที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วออกจากบ่อผักตบชวาเป็นระยะ ๆ เท่านั้น ซึ่งถ้าพิจารณาถึงข้อดีของระบบบ่อผักตบชวาในการที่จะนำมาใช้บำบัดน้ำเสียในประเทศไทยแล้วพอจะกล่าวได้ดังนี้

1. สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของผักตบชวา
2. บ่อผักตบชวาไม่ต้องใช้พลังงานจากแหล่งใด ๆ นอกจากพลังงานจากดวงอาทิตย์
3. การควบคุมการทำงานของระบบไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องใช้ผู้ดูแลที่มีความรู้มาก
4. ผักตบชวาที่เก็บเกี่ยวได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้ เช่น ทำปุ๋ยหมัก ผลิตแก๊สมีเทน ใช้ทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรม เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการนำบ่อผักตบชวามาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัยในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายนัก ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลสนับสนุนเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบ และการควบคุมการทำงาน ตลอดจนอัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวาในน้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัยซึ่งจะสัมพันธ์กับอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวาที่จะต้องทำการเก็บเกี่ยวเป็นประจำนั้นยังไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้จึงได้ดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มขึ้น อันจะส่งผลให้ได้หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ในการออกแบบระบบบ่อผักตบชวาเพื่อใช้บำบัดน้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัยสำหรับประเทศไทยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราการเติบโตของผักตบชวาในน้ำเสียจากที่พักอาศัยซึ่งผ่านการตกตะกอนมาแล้วในบ่อทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow System) และบ่อทดลองแบบครั้งคราว (Batch System)

1.2.2 เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยด้วยบ่อผักตบชวา

1.2.3 เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการลดสารอินทรีย์ สารอาหาร และของแข็งแขวนลอย ในน้ำเสียจากที่พักอาศัย

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 อัตราการเติบโตของผักตบชวาในบ่อทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow System) จะสูงกว่าอัตราการเติบโตของผักตบชวาในบ่อทดลองแบบครั้งคราว (Batch System)

1.3.2 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยของบ่อผักตบชวา จะสูงกว่าในบ่อควบคุมซึ่งไม่มีบ่อผักตบชวา

1.3.3 น้ำเสียที่ออกจากระบบบ่อผักตบชวาจะมีคุณภาพได้ตามมาตรฐานน้ำเสียชุมชน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัย ณ โรงงานกำจัดน้ำเสียของการเคหะแห่งชาติ ณ เคหะชุมชนห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่วันที่ 25 สิงหาคม 2531 ถึงวันที่ 12 พฤษภาคม 2532 การศึกษาเป็นแบบทดลอง (Experimental Research) ซึ่งกระทำขึ้นในสภาพที่เป็นธรรมชาติทุกประการ เพียงแต่บ่อผักตบชวาที่ใช้ในการทดลองเป็นระบบชนิดต้นแบบขนาดเล็ก (Pilot scale) น้ำเสียจากที่พักอาศัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นน้ำเสียที่ผ่านการตกตะกอนในถังตกตะกอนขั้นปฐมภูมิ (Primary Sedimentation tanks) มาแล้ว การศึกษาอัตราการเติบโตของผักตบชวาในบ่อผักตบชวากระทำ

ในบ่อทดลองที่มีการเติมน้ำเสียจากที่พักอาศัยแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow System) และในบ่อทดลองแบบครั้งคราว (Batch System) สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำทิ้งจากที่พักอาศัยจะถูกประเมินเปรียบเทียบกับบ่อควบคุม (Control Pond) ซึ่งไม่มีผักตบชวา

1.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 ตัวแปรอิสระ

1. ประเภทของบ่อ : บ่อควบคุม (ไม่ใส่ผักตบชวา), บ่อผักตบชวา
2. ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำของบ่อทดลอง : น้ำเข้า (Influent) ระยะ 1 เมตร (จากจุดน้ำเข้า), ระยะ 2 เมตร (จากจุดน้ำเข้า), น้ำออก (Effluent)

1.5.2 ตัวแปรตาม

1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
2. ซี.โอ.ดี. (Chemical Oxygen Demand:COD)
3. บี.โอ.ดี. (Biochemical Oxygen Demand:BOD)
4. สารแขวนลอย (Total Suspended Solids:TSS)
5. ที.เค.เอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen:TKN)
6. ไนเตรตไนโตรเจน (Nitrate Nitrogen:NO_3-N)
7. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus:TP)

1.6 ความหมายของคำ

1.6.1 ผักตบชวา (Water Hyacinth) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ Eichhornia Crassipes (Mart.) Solms.

1.6.2 น้ำเสียจากที่พักอาศัย หมายถึง น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในบ้าน ได้แก่ น้ำจากส้วม น้ำจากห้องน้ำ จากครัว และจากกิจกรรมอื่น ๆในบ้านเรือน ในการวิจัยนี้ใช้น้ำเสียที่ผ่านถังตกตะกอนชั้นปฐมภูมิ ของโรงกำจัดน้ำเสียของการเคหะแห่งชาติ ณ เคหะชุมชนห้วยขวาง ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า น้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6.3 น้ำหนักเปียก (Wet weight) หมายถึง น้ำหนักของผักตบชวาภายหลังจากนำขึ้นจากน้ำ วางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ 3 นาที

1.6.4 ความหนาแน่นของผักตบชวา หมายถึง ปริมาณผักตบชวาที่วัดในรูปน้ำหนักเปียกต่อพื้นที่

1.6.5 อัตราการเติบโตของผักตบชวา หมายถึง อัตราการเพิ่มของผักตบชวาในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ วัดในรูปน้ำหนักเปียกต่อพื้นที่ต่อวัน

1.6.6 กำลังผลิต (Productivity) ของผักตบชวา หมายถึง อัตราการเพิ่มของผักตบชวาตั้งแต่เริ่มปลูก วัดในรูปน้ำหนักเปียกต่อพื้นที่ต่อวัน

1.6.7 ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (Hydraulic retention time) หมายถึง เวลาที่น้ำเสียถูกเก็บกักในบ่อทดลองก่อนไหลล้นออกไป

1.6.8 การทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow System) ในที่นี้หมายถึง การทดลองที่มีการเติมน้ำทิ้งเข้าบ่อทดลองตลอดเวลาด้วยอัตราการไหลที่สม่ำเสมอ

1.6.9 การทดลองแบบครั้งคราว (Batch System) ในที่นี้หมายถึง การทดลองที่มีการเติมน้ำเสียในบ่อทดลองครั้งแรกแล้ว ไม่เติมน้ำเสียเข้าบ่อทดลองอีกเลยจนสิ้นสุดการทดลอง แต่จะเติมน้ำประปาที่ปราศจากคลอรีนเพื่อทดแทนน้ำที่ระเหยไปตามธรรมชาติและจากการคายน้ำของผักตบชวา

1.6.10 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายคือค่าลบของ logarithm ของความเข้มข้นของ H^+

$$pH = - \log [H^+]$$

$[H^+]$ มีค่ามากกว่า 10^{-7} หรือ pH ต่ำกว่า 7 สารละลายเป็นกรด

$[H^+]$ มีค่าเท่ากับ 10^{-7} หรือ pH เท่ากับ 7 สารละลายสะเทิน

$[H^+]$ มีค่าน้อยกว่า 10^{-7} หรือ pH สูงกว่า 7 สารละลายเป็นเบส

1.6.11 ซี.โอ.ดี. (Chemical Oxygen Demand : COD) หมายถึง กำลังความสกปรกของน้ำเสีย วัดในรูปปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยหลักที่ว่าสารอินทรีย์เกือบทั้งหมดสามารถที่จะถูกออกซิไดส์โดยตัวเติมออกซิเจนอย่างแรง ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดและมีอุณหภูมิสูง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

1.6.12 บี.โอ.ดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน การหาค่า บี.โอ.ดี. เป็นการวัดค่าออกซิเจนซึ่งจุลินทรีย์ใช้เพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ภายใต้สภาวะที่เหมือนธรรมชาติที่สุด ค่า บี.โอ.ดี. มาตรฐาน

incubate ที่อุณหภูมิ 20 $\pm$ 1°ซ. เป็นเวลา 5 วัน มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

1.6.13 สารแขวนลอยรวม (Total Suspended Solids : TSS) หมายถึง ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งหาได้จากการกรอง โดยใช้ Glass fiber filter disks (Whatman GF/C) เป็นตัวกรอง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

1.6.14 ที.เค.เอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen : TKN) หมายถึง สารประกอบไนโตรเจนที่อยู่ในรูปแอมโมเนียไนโตรเจนและอินทรีย์ไนโตรเจน ไม่รวมไนโตรเจนในรูป azide, azine, azo, hydrazone, nitrate, nitrite, nitril, nitro, nitroso, oxime และ semi-carbazone TKN มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

1.6.15 ไนเตรท ไนโตรเจน (Nitrate Nitrogen NO_3-N) เป็นรูปหนึ่งของสารประกอบไนโตรเจนซึ่งเกิดจากการออกซิไดส์แอมโมเนียตามขบวนการ Nitrification โดยแบคทีเรีย ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำ ดังสมการ

$$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2NO_2 + 2H^+ + H_2O$$

$$2NO_2 + O_2 \longrightarrow 2NO_3$$

ไนเตรทไนโตรเจน มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

1.6.16 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus : TP) เป็นฟอสฟอรัสในน้ำเสียที่อยู่ในรูปฟอสเฟต รวมถึง orthophosphate, condensed phosphate ทั้งละลายและไม่ละลายน้ำ ทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์สาร มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

1.6.17 มาตรฐานน้ำเสียจากอาคาร หมายถึง มาตรฐานน้ำเสียจากอาคารที่ประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่องกำหนดมาตรฐานน้ำเสียจากอาคาร ซึ่งประกาศ ณ วันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2532

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบอัตราการเติบโตของผักตบชวาในน้ำเสียจากที่พักอาศัย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบกับอัตราการเติบโตของผักตบชวาในน้ำเสียจากแหล่งอื่น หรือในแหล่งน้ำธรรมชาติ

1.7.2 ทราบประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัย เพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัดเพื่อใช้งานจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7.3 ทราบอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวาออกจากบ่อผักตบชวา เพื่อเป็นประโยชน์ในการดำเนินงานควบคุมระบบบำบัดในการใช้งานจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย